

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/68, H01L21/66, H05B3/10, H05B3/16, H05B3/18,
H05B3/68, C04B35/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/68, H01L21/66, H05B3/10, H05B3/16, H05B3/18,
H05B3/68, C04B35/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 11-251040, A (Kyocera Corporation), 17 September, 1999 (17.09.99), Par. Nos. [0008] to [0013] (Family: none)	1-6
Y	JP, 9-270454, A (Kyocera Corporation), 14 October, 1997 (14.10.97), Par. Nos. [0009] to [0013], [0026], [0027], [0036] to [0038] (Family: none)	1-6
Y	JP, 9-172057, A (Souzou Kagaku K.K.), 30 June, 1997 (30.06.97), Par. Nos. [0018] to [0021] (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 June, 2001 (12.06.01)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2001 (26.06.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

FILED BY IIC

02-06-01 Letter to PTO

CERAMIC HEATER AND ITS MANUFACTURE

Patent Number: JP11251040

Publication date: 1999-09-17

Inventor(s): FUKUI KIYOSHI

Applicant(s): KYOCERA CORP

Requested Patent: ☐ JP11251040

Application Number: JP19980048354 19980227

Priority Number(s):

IPC Classification: H05B3/18; H01L21/324; H01L21/68; H05B3/12; H05B3/14; H05B3/20; H05B3/20

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramic heater in which temperature is uniformly distributed on a heating surface by minimizing a thickness dispersion of a resistance heating element embedded in a ceramic body.

SOLUTION: A green sheet for a resistance heating element is produced by a tape forming method by adding solvent and binder to metal with a high fusing point, its alloy or conductive ceramics powder and kneading them, and after forming a green sheet laminated body by inserting a piece blanked out to a designated heating pattern by a die between the green sheets to compose a ceramic body, it is degreased, and is then baked. A heating pattern in which a difference between the maximum value and the minimum value of a thickness (t) of each heating element 4 in a cutting plane cut by at least two line segments passing through an almost center point in a heating pattern region composed by a band shaped resistance heater element 4 is not more than 10% of an average thickness value of the resistance heating element 4 in all cutting planes, is embedded in a flat ceramic body 2 in order to compose a ceramic heater 1.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-251040

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 5 B 3/18		H 0 5 B 3/18	
H 0 1 L 21/324		H 0 1 L 21/324	K
	21/68		N
H 0 5 B 3/12		H 0 5 B 3/12	A
	3/14		B
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-48354

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月27日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町 6 番地

(72) 発明者 堀井 清

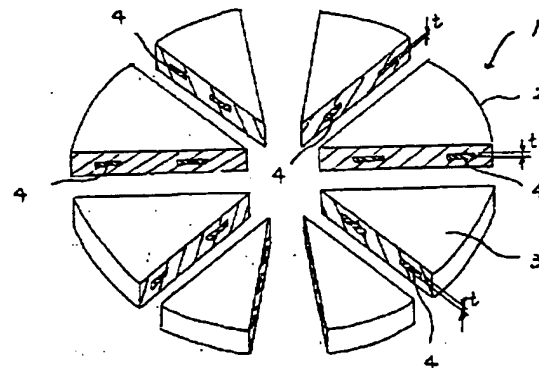
鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】セラミック体 2 中に埋設してある抵抗発熱体 3 の厚みばらつきを極めて小さくすることにより発熱面における温度分布が均一なセラミックヒータ 1 を提供する。

【解決手段】高融点金属やそれらの合金あるいは導電性セラミックスの粉末に溶媒とバインダーを添加混練してテープ成形法により抵抗発熱体用のグリーンシートを製作し、金型により所定の発熱パターンに打ち抜いたものをセラミック体を構成するセラミックグリーンシート間に挟み込んでグリーンシート積層体を形成したあと脱脂し、次いで焼成することにより、帯状の抵抗発熱体 4 により構成される発熱パターン領域のはぼ中心点を通る少なくとも 2 本の線分により切断した切断面における各抵抗発熱体 4 の厚み t の最大値と最小値の差が、全切断面における抵抗発熱体 4 厚みの平均値の 10% 以下である発熱パターンを平板状のセラミック体 2 中に埋設してセラミックヒータ 1 を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】帯状の抵抗発熱体により構成される発熱パターン領域のほぼ中心点を通る少なくとも2本の線分により切断した切断面に現れる各抵抗発熱体の厚みの最大値と最小値の差が、全切断面に現れる抵抗発熱体厚みの平均値の10%以内である発熱パターンを平板状のセラミック体中に埋設してなるセラミックヒータ。

【請求項2】上記セラミック体が窒化アルミニウム質セラミックスである請求項1に記載のセラミックヒータ。

【請求項3】セラミック体を構成する複数枚のセラミックグリーンシートを製作する工程と、高融点金属やそれらの合金あるいは導電性セラミックスの粉末に溶媒とバインダーを添加混練してテープ成形法により抵抗発熱体用のグリーンシートを製作する工程と、該抵抗発熱体用のグリーンシートを上記セラミックグリーンシートの少なくとも1枚に積層し、金型により所定の発熱パターンに打ち抜く工程と、該所定の発熱パターンに打ち抜いた抵抗発熱体用のグリーンシートを覆うように残りのセラミックグリーンシートを積層してグリーンシート積層体を形成する工程と、該グリーンシート積層体を脱脂し、しかるのち焼成する工程とからなるセラミックヒータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミック体中に帯状の抵抗発熱体により構成される発熱パターンを有するセラミックヒータに関するものであり、例えば、各種燃焼機器の点火用ヒータ、各種加熱機器や測定機器の加熱用ヒータとして使用されるものであり、特に、半導体装置の製造工程におけるプラズマCVD、減圧CVD、光CVD、PVDなどの成膜装置やプラズマエッチング、光エッチングなどのエッチング装置に使用される半導体ウエハを加熱するための加熱用ヒータとして好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、セラミックヒータとしてアルミナセラミックスや窒化珪素質セラミックスなどのセラミック体中にタングステン(W)やモリブデン(Mo)などの高融点金属やTiNなどの導電性セラミックスよりなる抵抗発熱体を埋設したものが知られており、これらのセラミックヒータは、耐熱性、電気絶縁性、耐食性、耐磨耗性に優れることから一般的に広く使用されている。

【0003】また、近年、特殊な用途向けとして窒化アルミニウム質セラミックスを用いたセラミックヒータも提案されている。

【0004】例えば、半導体装置の製造工程で使用されるプラズマCVD、減圧CVD、光CVD、PVDなどの成膜装置や、プラズマエッチング、光エッチングなどのエッチング装置においては、被加熱物である半導体ウエハ（以下、ウエハと称す。

【0005】）を支持しつつ各種処理温度に加熱するための加熱用ヒータとして上記セラミックヒータが使用されており、その中も成膜装置やエッチング装置で使用されるフッ素系や塩素系等のハロゲン系腐食性ガス下で優れた耐プラズマ性を有するとともに高熱伝導特性を備えた窒化アルミニウム質セラミックスを用いたものが注目されている。

【0006】このようなセラミックヒータを製造する方法としては、まず、セラミック体を構成する複数枚のセラミックグリーンシートを用意するとともに、セラミック体中に埋設する抵抗発熱体として、高融点金属や導電性セラミックスの粉末に溶媒とバインダーをそれぞれ添加混練して抵抗発熱体用の導体ペーストを製作し、この導体ペーストを所定の発熱パターンとなるようにスクリーン印刷法などの手法によって前記セラミックグリーンシートの1枚に敷設し、この導体ペーストを覆うように残りのセラミックグリーンシートを積層してグリーンシート積層体を形成したあと、脱脂し、次に所定の温度にて焼成することにより帯状の抵抗発熱体からなる発熱パターンを埋設してなるセラミック体を製作し、しかるのち、上記発熱パターンの一部を露出させ、そこにロウ材を用いて給電端子を接合することによりセラミックヒータを製造するようにしたものがあった（特公平8-34123号公報参照）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような従来の製法では、以下のような課題があった。

【0008】導体ペーストを製作してスクリーン印刷法により発熱パターンを敷設する方法では、発熱パターンを構成する抵抗発熱体の厚みばらつきを抑えるのに限界があり、この厚みばらつきによりセラミックヒータの発熱面における温度分布をさらに均一にすることが難しかった。

【0009】即ち、導体ペーストを用いてスクリーン印刷法により発熱パターンを敷設するには、セラミック体を構成する1枚のセラミックグリーンシート上に、クリアランスを設けてスクリーンを設置し、このスクリーン上で抵抗発熱体用の導体ペーストをスキージにより引き延ばすことで導体ペーストが所定の発熱パターンに印刷されるのであるが、導体ペーストを引き延ばす際にはスキージに圧力をかけてスクリーン上を走査させることからスクリーンがたわみ、このたわみ量はスクリーンを支持する枠から離れた中央部ほど大きくなるために、発熱パターンの中央付近では印刷される導体ペーストの厚みが薄くなり、周縁では導体ペーストの厚みが厚くなるというようにばらつきがあり、この厚みばらつきを3 μ m以下に抑えることは困難であった。しかも、スキージへかける圧力が不均一であったり、導体ペーストの粘度が部分的に異なっていると、局所的に抵抗発熱体の厚みがばらつく恐れもあった。

【0010】また、導体ペーストは粘度が小さいことから、グリーンシート積層体の形成時における押圧力によっても塑性変形し易く、抵抗発熱体の厚みばらつきを生じ易いといった課題もあった。

【0011】そして、このような問題点は、セラミックヒータが大型化するにつれて顕著であり、特に、半導体装置の製造工程で用いられる加熱用ヒータにおいては、半導体ウエハの大型化に伴って直径が8インチ以上の大型セラミックヒータが要求されており、スクリーン印刷法により発熱パターンを形成したセラミックヒータでは

10 発熱面の均熱化が困難になりつつあった。

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、帯状の抵抗発熱体により構成される発熱パターン領域のはば中心点を通る少なくとも2本の線分により切断した切断面における各抵抗発熱体の厚みの最大値と最小値の差が、全切断面における抵抗発熱体厚みの平均値の10%以内である発熱パターンを平板状のセラミック体中に埋設してセラミックヒータを構成したものである。

【0013】特に、上記セラミック体を窒化アルミニウム質セラミックスにより形成すれば、セラミックヒータの発熱面における温度分布をより均一にすることができ好適である。

【0014】また、本発明は、セラミック体を構成する複数枚のセラミックグリーンシートを製作する工程と、高融点金属やそれらの合金あるいは導電性セラミックスの粉末に溶媒とバインダーを添加混練してテープ成形法により抵抗発熱体用のグリーンシートを製作する工程と、該抵抗発熱体用のグリーンシートを上記セラミック

30 グリーンシートの少なくとも1枚に積層したあと金型により所定の発熱パターンに打ち抜く工程と、該所定の発熱パターンに打ち抜いた抵抗発熱体用のグリーンシートを覆うように残りのセラミックグリーンシートを積層してグリーンシート積層体を形成する工程と、該グリーンシート積層体を脱脂し、しかるのち焼成する工程とからセラミックヒータを製造したものである。

【0015】即ち、本発明のセラミックヒータによれば、セラミック体中の発熱バーンを構成する帯状の抵抗

40 発熱体の厚みばらつきを、従来のスクリーン印刷法では得られないほど小さくしてあることから、セラミックヒータを発熱させれば、発熱面の温度分布を極めて均一にすることができる。

【0016】また、このような発熱ムラの少ないセラミックヒータを得るために本発明では、テープ成形法によって導体ペーストより塑性変形し難い抵抗発熱体用のグリーンシートを製作し、金型により所定の発熱パターンに打ち抜いたものをセラミック体を構成するセラミックグリーンシート間に挟み込んでグリーンシート積層体を製作し、これを脱脂、焼成して製造するようにしたこと

から、大型のセラミックヒータにおいても発熱パターンを構成する帯状の抵抗発熱体には厚みばらつきが殆どない状態でセラミック体中に埋設することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0018】図1(a)は本発明のセラミックヒータを半導体装置の製造工程で使用される加熱用ヒータとして用いた例を示す斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【0019】このセラミックヒータ1は、平面形状が円形をした平板状のセラミック体2中に帯状の抵抗発熱体4を埋設するとともに、上記セラミック体2の一方の主面を半導体ウエハWの支持と加熱のための発熱面3としてあり、セラミック体2の他方の主面には抵抗発熱体4に通電するための給電端子5を接合してある。

【0020】そして、発熱面3に半導体ウエハWを載置し、抵抗発熱体4に交流電圧を印加してセラミックヒータ1を発熱させることにより、発熱面3上に支持する半

20 導体ウエハWを直接加熱するようになっている。

【0021】なお、図1では平面形状が円形をしたセラミックヒータ1の例を示したが、これ以外に平面形状が楕円形、あるいは四角形や五角形など多角形をしたものなどどのような形状をしたものであっても構わない。

【0022】このようなセラミック体2を構成する材質としては、アルミナセラミックス、窒化珪素質セラミックス、窒化アルミニウム質セラミックス、炭化珪素質セラミックス等を用いることができる。これらの中でも窒化アルミニウム質セラミックスは成膜装置やエッチング装置で使用されるハロゲン系腐食性ガス下において優れた耐プラズマ性を有するとともに、セラミックスの中でも非常に高い熱伝導率を有することからセラミック体2として好適に用いることができる。特に、純度が99.8%以上である高純度窒化アルミニウム質セラミックスは、焼結体中に粒界が殆どなく、耐プラズマ性に優れることから腐食摩耗が激しい時には最適であり、また、Y、O、やErなどの希土類酸化物を1~9重量%の範囲で含有する窒化アルミニウム質セラミックスでは、熱伝導率が100W/mk以上、高いものでは150W/mk以上、さらに高いものでは200W/mk以上を有することから発熱面4に載置した半導体ウエハWの均熱化をより一層高めることができるとともに、処理温度に加熱するまでの時間や冷却時間を短くすることができる。

【0023】また、これらのセラミック体2中に埋設する抵抗発熱体4の材質としては、タングステン(W)やモリブデン(Mo)など周期律表第6a族やTiなどの周期律表第4a族の高融点金属あるいはこれらの合金、さらにはWC、MoC、TiNなどの導電性セラミックスを用いることができる。これらの金属、合金、導電性

50 セラミックスは上記セラミック体2を構成するセラミ

クスと同程度の熱膨張係数を有することから、製作時や発熱時におけるセラミック体2の反りや破損を防ぐことができるとともに、高温度に発熱させても断線することがない。

【0024】さらに、上記セラミック体2中の抵抗発熱体4へ通電するための給電端子5としては、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)などの金属や鉄(Fe)-コバルト(Co)-ニッケル(Ni)合金を用いることができ、特に耐酸化性が要求されるような時にはニッケル(Ni)あるいは鉄(Fe)-コバルト(Co)-ニッケル(Ni)合金を用いることが良い。

【0025】ところで、上記セラミック体2中に埋設する抵抗発熱体4の発熱パターンとしては、円形の発熱面3を均一に加熱するために、図2(a)に示すような同心円を構成するように配置された円弧状の抵抗発熱体4aと、隣合う円弧状の抵抗発熱体4a同士を接続する直線状の抵抗発熱体4とからなり、中心部に延びる2本の円弧状の抵抗発熱体4aの端部を電極取り出し部4cとしてある。このような発熱パターンSとすれば、中心を

通るとの部分で切断しても左右をほぼ同形状とすることができるため、発熱面3の温度分布を均一することができる。

【0026】なお、発熱パターンSの形状としては図2(a)に示したものに限定されるものではなく、セラミック体2の構造や発熱面3の形状に合わせて適宜設計すれば良い。ただし、図1のセラミックヒータ1のように発熱面3が円形をしたものである場合には図2

(a)に示す発熱パターンSや電極取り出し部4cが最外周にある図2(b)に示すようなパターン形状を有するものが好ましい。

【0027】そして、本発明のセラミックヒータ1によれば、上記発熱パターン領域のほぼ中心点を通る少なくとも2本の線分により切断した切断面における各抵抗発熱体4の厚みの最大値と最小値の差が、全切断面における抵抗発熱体4厚みの平均値の10%以内であることを特徴とする。

【0028】ここで、発熱パターン領域のほぼ中心点を通る少なくとも2本の線分により切断した切断面における各抵抗発熱体4の厚みの最大値と最小値の差が、全切断面における抵抗発熱体4厚みの平均値の10%以内であるとは、例えば図3に示すように発熱パターン領域の中心を通る4本の線分により45°間隔でセラミック体2を8等分に切断し、これらの切断面に現れる各抵抗発熱体4の厚みtを測定してその最大値と最小値を求めるとともに、全切断面に現れる抵抗発熱体4の厚みtの平均値を算出する。なお、厚みtの測定に際しては各抵抗発熱体4において最も厚い部分を抵抗発熱体4の厚みtとして算出する。そして、切断面における各抵抗発熱体4の厚みtの最大値と最小値との差が、全切断面にお

る抵抗発熱体4の厚みtの平均値の10%以内となっていることを言う。

【0029】このように本発明では発熱パターンSを構成する帯状の抵抗発熱体4の厚みばらつきが極めて小さいことから、発熱面4の温度分布を均一にすることができ、また、構造上の問題から熱引け等によって局部的に発熱ムラを生じるような場合でも発熱パターンSを構成する帯状の抵抗発熱体4の厚みばらつきが極めて小さいことから、発熱ムラのある箇所における抵抗発熱体4の幅を変更するだけで抵抗値を容易に調整することができ、発熱面3の発熱ムラを簡単に制御することができる。

【0030】ところで、このようなセラミックヒータ1を製作するには、まず、図4(a)に示すように、前記セラミック体2を構成する複数枚のセラミックグリーンシート2a、2b、...を形成する。セラミックグリーンシート2a、2b、...は、前記セラミック粉末に対して必要に応じて所定の助剤成分を添加するとともに、溶媒とバインダーを添加混練して泥漿を作製したあと、ドクターブレード法、引き上げ法、カレンダー法、紙

鑄込み法、ペーパーキャスト法、ロールコンパクション法等のテープ成形法により成形すれば良い。

【0031】一方、図4(b)に示すように抵抗発熱体4は、前記金属、合金、導電性セラミックスの粉末に対して溶媒とバインダーを添加混練して泥漿を作製し、この泥漿をドクターブレード法、引き上げ法、カレンダー法、紙鑄込み法、ペーパーキャスト法、ロールコンパクション法等のテープ成形法を用いて厚み幅が均一な抵抗発熱体4用のグリーンシート4'を形成する。なお、上記テープ成形法にてグリーンシート4'を成形した際に厚みの均一化が図れない時や、厚み幅tが厚すぎる時は、所定の均一なギャップを有するロール間を通過させることにより、厚みをならし、均一化を図れば良い。

【0032】そして、図4(c)に示すように得られた抵抗発熱体4用のグリーンシート4'を上記複数枚のセラミックグリーンシート2a、2b、...のうち例えば1枚のセラミックグリーンシート2h上に積層する。なお、発熱パターンSを2層以上埋設する場合には、他のセラミックグリーンシートに抵抗発熱体4用のグリーンシート4'を積層すれば良い。

【0033】次に、図4(d)に示すように、図2(a)の発熱パターンSと同形状の凸部を有する金型でセラミックグリーンシート2h上に積層した抵抗発熱体4用のグリーンシート4'を打ち抜いたあと、図4(e)に示すように上記発熱パターンSを覆うように残りのセラミックグリーンシート2a、2b、...を積層してグリーンシート積層体8を製作する。

【0034】しかるのち、グリーンシート積層体8に切削加工を施して平面形状を円形としたあと、このグリー

ンシート積層体8を脱脂し、次いで各種セラミック原料を焼結させることができる温度にて焼成することにより図4(f)に示すように発熱パターンSを埋設してなるセラミック体2を形成する。

【0035】そして、上記セラミック体2の一方の主面に研磨加工を施してその面粗さを中心線平均粗さ(Ra)で1μm以下とし、発熱面3を形成するとともに、セラミック体2の他方の主面に抵抗発熱体4の電極取出し部4cと連通する穴を穿設し、この穴に給電端子5をロウ材でもって接合し、抵抗発熱体4と給電端子5とをそれぞれ電氣的に接続することにより図1のセラミックヒータ1を得ることができる。

【0036】かくして、本発明のセラミックヒータ1によれば、発熱パターンSを構成する抵抗発熱体4の厚みばらつきが非常に小さいことから、セラミックヒータ1を発熱させれば、発熱面3の発熱ムラを生じることなく、均一に発熱させることができ、このセラミックヒータ1を半導体装置の製造工程における成膜装置やエッチング装置に使用される加熱用ヒータとして用いれば、発熱面3に支持する半導体ウエハを均一に発熱させることができるため、均一な厚み幅を持った薄膜を形成したり、所定の精度に微細加工を施すことができるとともに、ハロゲン系腐食性ガス下でプラズマに曝されたとしても抵抗発熱体4は耐プラズマ性に優れたセラミックスにより覆ってあるため、長期間にわたり使用することができる。

【0037】なお、本実施形態では、半導体装置の製造工程における成膜装置やエッチング装置に使用される加熱用ヒータの例をもって説明したが、本発明のセラミックヒータは他に、燃焼機器の点火用ヒータや加熱機器、測定機器等の加熱用ヒータなどさまざまな分野で使用されるヒータとしても好適に用いることができることは言うまでもない。

【0038】(実施例1) 図1に示すような本発明のセラミックヒータ1と従来のセラミックヒータとを用意し、抵抗発熱体4の厚みばらつきと発熱面3の温度分布を比較する実験を行った。

【0039】本実験ではセラミック体2を純度99.9%の窒化アルミニウム質セラミックスにより形成するとともに、抵抗発熱体4にタングステンをを用いた。また、発熱パターンSを構成する抵抗発熱体4の目標寸法を厚みt15μm、幅5mmとした。

【0040】具体的には、純度99.9%のAlN粉末に対して溶媒とバインダーを添加混練して泥漿を作製し、ドクターブレード法にて複数枚のセラミックグリーンシートを複数枚形成した。

【0041】そして、従来品ではタングステンの粉末に対してテルビネオールの溶媒とアクリル系のバインダーを添加混練して抵抗発熱体4用の導体ペーストを作製し、この導体ペーストを図2に示す発熱パターンSのよ

うにスクリーン印刷法にて前記セラミックグリーンシートの1枚に積層してグリーンシート積層体を形成し、本発品はタングステンの粉末に対して溶媒にトルエンをバインダーにポリアクリル酸エチルをそれぞれ添加混練して泥漿を作製し、ドクターブレード法にて抵抗発熱体4用のグリーンシートを形成したものをセラミックグリーンシートの1枚に積層したあと、図2に示す発熱パターンSとなるように金型にて打ち抜いたものを残りのセラミックグリーンシートで覆ってグリーンシート積層体を形成した。

【0042】そして、これらのグリーンシート積層体を窒素雰囲気中にて脱脂し、次いで2010℃程度の温度で焼成することにより発熱パターンSを埋設したセラミック体2を形成し、このセラミック体2の一方の主面に研磨加工を施して発熱面3を形成するとともに、他方の主面にドリルにて抵抗発熱体3に連通する2つの穴を穿設し、これらの穴に鉄-コバルト-ニッケル合金からなる給電端子5をロウ付け固定することにより各セラミックヒータ1を製作した。

【0043】そして、得られた各セラミックヒータ1に周波数60Hz、100Vの交流電圧を印加して500℃の設定温度に発熱させ、発熱面3の表面温度をサーモビューアにより測定した。温度測定ポイントは図5に示すa～sの点とした。なお、温度測定ポイントはX線により発熱パターン領域を確認して行った。

【0044】次に、温度を測定をしたあと発熱パターン領域の中心を通る4本の線分(測定ポイントを通る)により各セラミックヒータを切断し、その切断面に現れる各抵抗発熱体4の厚みtを測定することにより抵抗発熱体4の厚みばらつきを測定した。

【0045】それぞれの結果は表1に示す通りである。

【0046】

〔表1〕

測定ポイント	本発明		従来例	
	抵抗発熱体の厚み t (μm)	温度($^{\circ}\text{C}$)	抵抗発熱体の厚み t (μm)	温度($^{\circ}\text{C}$)
a	14.3	500	16.2	500
b	14.5	499	15.8	498
c	14.8	498	16.3	501
d	14.9	499	17.3	488
e	14.5	500	18.9	481
f	14.2	501	18.2	485
g	14.5	499	16.9	483
h	14.3	502	14.5	512
i	14.5	500	16.1	507
j	14.3	501	15.0	505
k	15.0	500	14.9	500
l	15.1	504	15.5	489
m	14.8	503	14.7	501
n	14.7	502	13.0	518
o	14.4	505	13.5	515
p	15.0	503	13.2	510
q	14.8	504	13.9	511
r	14.5	505	13.3	508
s	14.6	504	13.7	512
①平均値	14.6	502	15.4	502
②最大値-最小値	0.9	7	5.2	37
②/①(%)	6	1	34	7

【0047】この結果、従来品では切断面に現れる各抵抗発熱体4の厚み t の最大値と最小値の差が、全抵抗発熱体4の厚み t の平均値に対して34%と抵抗発熱体4の厚み t にかなりばらつきがあることが判る。その為、発熱面3における最大値と最小値との差が37℃と発熱ムラが大きかった。

【0048】これに対し、本発明品は切断面に現れる各抵抗発熱体4の厚み t の最大値と最小値の差が、全抵抗発熱体3の厚み t の平均値に対して1%と抵抗発熱体4の厚み t ばらつきを大幅に低減できることが判る。その為、発熱面3における最大値と最小値との差は7℃と比較品の20%以下にまで発熱ムラを抑え、発熱面3の温度分布を大幅に高めることができた。

【0049】(実施例2)そこで、本発明のセラミックヒータ1において、抵抗発熱体4の厚み t ばらつきを故意に変更させ、実施例1と同様の条件にて抵抗発熱体4の厚み t ばらつきと発熱面3の温度分布との関係について調べる実験を行った。

【0050】そして、近年、発熱面3の温度ばらつきとしては最大温度と最小温度との差を20℃以下とすることが望まれていることから、20℃以下の場合を発熱良好として評価した。

【0051】それぞれの結果は表2に示す通りである。

【0052】

【表2】

	抵抗発熱体の厚み t ②/①(%)	発熱面の温度 ばらつき
1	6	7
2	9	13
3	12	21
4	17	26
5	22	28

①：全抵抗発熱体の厚み t の平均値

②：各抵抗発熱体の厚み t の最大値と最小値の差

※は本発明範囲外である。

【0053】この結果、切断面に現れる各抵抗発熱体4の厚み t の最大値と最小値の差が、全抵抗発熱体3の厚み t の平均値に対して10%以下とすれば、発熱面3の温度ばらつきを20℃以下とできることが判る。

【0054】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、高融点金属やそれらの合金あるいは導電性セラミックスの粉末に溶媒とバインダーを添加混練してテープ成形法により抵抗発熱体用のグリーンシートを製作し、金型により所定の発熱パターンに打ち抜いたものをセラミック体を構成するセラミックグリーンシート間に挟み込んでグリーンシート積層体を形成したあと脱脂し、次いで焼成することにより、帯状の抵抗発熱体により構成される発熱パターン領域のほぼ中心点を通る少なくとも2本の線分により切断した切断面における各抵抗発熱体4の厚み t の最大値と最小値の差が、全切断面における抵抗発熱体4の厚み t の平均値の10%以内である発熱パターンを平板状のセラミック体2中に埋設してセラミックヒータを構成したことから、発熱パターンを構成する抵抗発熱体の厚み t ばらつきを極めて小さくすることができるため、発熱面の温度分布を均一にすることができる。その為、例えば、本発明のセラミックヒータを成膜装置やエッチング装置などで使用される加熱用ヒータとして用いれば、被加熱物に対して均一な成膜や微細加工を施すことができるとともに、抵抗発熱体が耐食性に優れたセラミックスにより覆われていることから、フッ素系や塩素系などのハロゲン系腐食性ガス下でプラズマに曝されたとしても大きく摩耗することがなく長期間にわたって用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明のセラミックヒータを半導体装置の製造工程で使用される加熱用ヒータとして用いた例を示す斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【図2】(a)は図1のセラミックヒータ内に埋設してある抵抗発熱体の発熱パターンを示す模式図であり、

(b)は他の発熱パターンを示す模式図である。

11

【図3】図1のセラミックヒータを切断した状態を示す斜視図である。

【図4】(a)～(f)は図1のセラミックヒータの製造工程を示す図である。

【図5】発熱面における温度測定ポイントを示す図である。

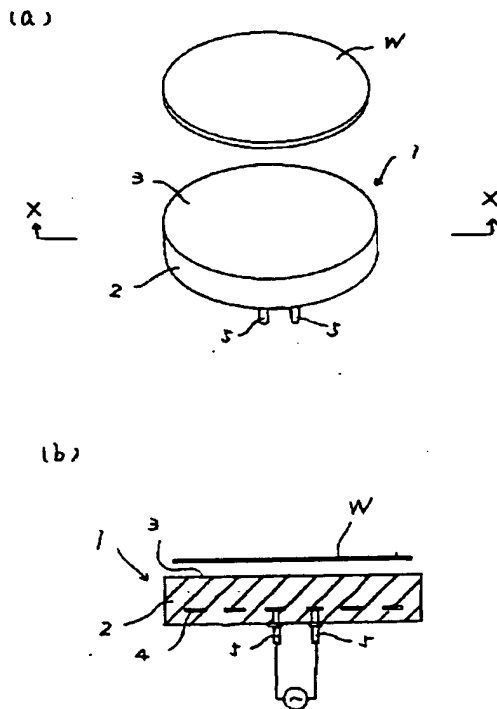
【符号の説明】

*

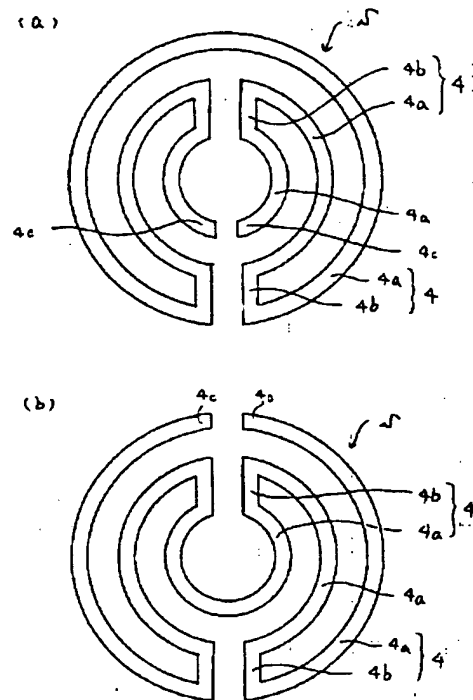
12

* 1・・・セラミックヒータ 2・・・セラミック体 3
 ...発熱面
 4・・・抵抗発熱体 4a・・・円弧状の抵抗発熱体
 4b・・・円弧状の抵抗発熱体 5・・・給電端子 S
 ...発熱パターン
 W・・・半導体ウエハ

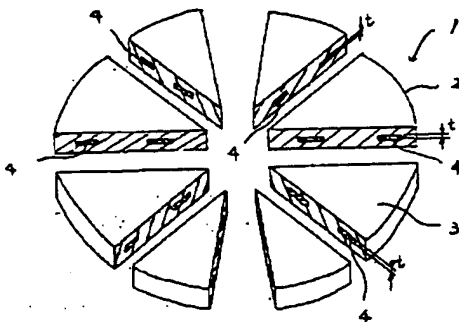
【図1】



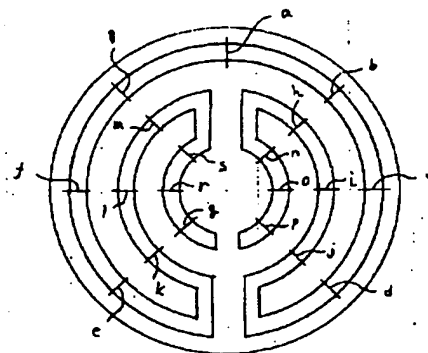
【図2】



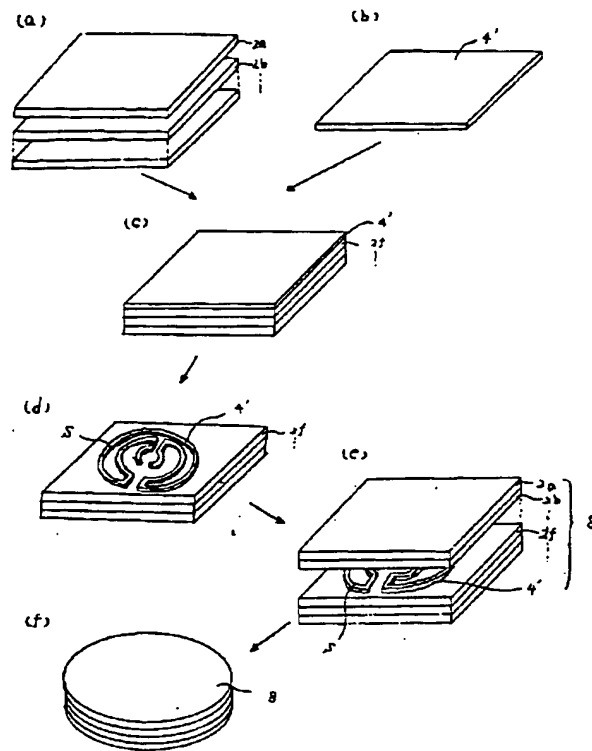
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
H05B 3/20

識別記号
377
393

F I
H05B 3/20

377
393